Acta Botanica Mexicana 119: 51-68 Abril 2017

Artículo de investigación

Distribución histórica de las especies del género *Haematoxylum* (Leguminosae) en la Península de Yucatán, México, basada en ejemplares de herbario

Historical distribution of species of the genus *Haematoxylum* (Leguminosae) in the Yucatan Peninsula, Mexico, based on herbarium specimens

Alexis Herminio Plasencia Vázquez[1,3], Pascale Villegas[1], Yarelys Ferrer Sánchez[2], Pedro Zamora Crescencio[1]

1 Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Investigaciones Históricas y Sociales (CIHS), Avenida Agustín Melgar s.n., 24030 Campeche, Campeche, México.
2 Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
3 Autor para la correspondencia: alexpla79@gmail.com

Citar como:
Plasencia Vázquez, A. H., P. Villegas, Y. Ferrer Sánchez y P. Zamora Crescencio. 2017. Distribución histórica de las especies del género *Haematoxylum* (Leguminosae) en la Península de Yucatán, México, basada en ejemplares de herbario. Acta Botanica Mexicana 119: x-x DOI:

Recibido: 24 de noviembre de 2015.
Revisado: 12 de agosto de 2016.
Aceptado: 4 de noviembre de 2016.

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El género *Haematoxylum* está representado en la Península de Yucatán por dos especies. La más conocida es el palo de tinte (*H. campechianum*) y recientemente, en 2014, fue descrita *H. calakmulense*. Los objetivos de este estudio fueron determinar y caracterizar las áreas de presencia histórica de ambas especies en la Península de Yucatán y dentro del sistema actual de Áreas Naturales Protegidas (ANPs) federales.

Métodos: Para obtener registros históricos de presencia de ambas especies se consultaron los principales herbarios que reúnen ejemplares de las mismas: CICY, CIQR, ENCB, MEXU, UADY, UCAM y XAL. Para caracterizar las áreas donde se tomaron los registros se utilizaron coberturas de suelo, altimetría, climas, morfo-edafología y sistemas ecológicos potenciales y activos en la Península de Yucatán. Se calculó el número de registros de ambas especies contenidos dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) federales.

Resultados clave: *Haematoxylum campechianum* está presente en un mayor número de localidades dispersas por toda la Península, mientras que *H. calakmulense* se observa mayormente hacia el interior de la Península, en la parte meridional, en los alrededores y el interior de la Reserva de la Biosfera de Calakmul y en la periferia del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax. Para ambas especies la mayor parte de los registros se tomaron en áreas con una combinación de suelos Leptosoles-Vertisoles, con un clima cálido subhúmedo y con predominancia de selva alta y mediana subperennifolia. La mayor parte de las poblaciones de las dos especies se encuentran en áreas externas a las ANPs.

Conclusiones: Tanto para *H. campechianum* como para *H. calakmulense* existen muchos vacíos de información y áreas sin explorar. Sería pertinente tenerlos en cuenta en estudios futuros, para ayudar a complementar la información existente y determinar con precisión su estatus de conservación.

Palabras clave: colecciones de herbario, nuevas especies, palo de Campeche, palo de tinte, plantas con valor comercial, sureste mexicano.

Abstract:

Background and Aims: *Haematoxylum* is represented in the Yucatan Peninsula by two species. The best-known species is logwood (*H. campechianum*) and recently, in 2014, *H. calakmulense* was described. The objectives of this study were to determine and characterize the areas of historical presence of both species in the Yucatan Peninsula and within the current system of National Protected Natural Areas (ANPs).

Methods: To obtain historical records of both species the main herbaria that owe specimens of both species were consulted: CICY, CIQR, ENCB, MEXU, UADY, UCAM and XAL. To characterize the areas where records were taken, variables like land use, elevation, climate, morpho-edaphology and potential and active morpho-ecological systems in the Yucatan Peninsula were used. For both species the number of records present within federal Protected Natural Areas was also calculated.

Key results: *Haematoxylum campechianum* is present in more scattered locations throughout the peninsula, while *H. calakmulense* is mostly seen towards the center of the Peninsula, towards the south, around and inside the Calakmul Biosphere Reserve and in the periphery of the Bala'an K'aax Wildlife Protected Area. For both species most of the records were from areas with a combination of Leptosol-Vertisol soils, in a warm and subhumid climate with a predominance of high and medium semi-evergreen forests. Most of the populations of the two species develop outside of the protected areas.

Conclusions: There are many information gaps and unexplored areas for *H. campechianum* and *H. calakmulense*. It would be relevant to take these into account in future studies, which would help to complement existing information and would allow for accurately determining their conservation status.

Key words: herbarium collections, logwood, new species, plants with commercial value, southeastern Mexico.

Introducción

En la Península de Yucatán, México, se reconocen 2300 especies de plantas distribuidas en 956 géneros y 161 familias, siendo la familia Leguminosae la mejor representada en la región, con 78 géneros y 225 especies (Fernández et al., 2012). Entre los diferentes géneros de leguminosas presentes en la Península se encuentra *Haematoxylum* L., un genéro monofilético (Haston et al., 2005) que incluye árboles o arbustos con espinas cónicas en las ramas, hojas pinnadas e inflorescencias en racimos, solitarios o fasciculados (Cruz y Jiménez, 2008). *Haematoxylum* presenta solo cinco especies a nivel mundial, cuatro en América tropical (*H. brasiletto* H. Karsten, *H. campechianum* L., *H. sousanum* Cruz Durán & J. Jiménez Ram. y *H. calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa) y una en África (*H. dinteri* Harms, endémica de Namibia) (Cruz y Sousa, 2014).

Haematoxylum campechianum es un árbol originario de la región tropical del continente americano, que se distribuye de forma natural en Guatemala, Belice y en la Península de Yucatán, México (Niembro, 2002). A través de Centroamérica, las islas del Caribe y el norte de América del Sur, esta especie se ha introducido y naturalizado (Stoffers, 1973). Además, se ha introducido como cultivo en países como Filipinas, Colombia y Venezuela (Geilfus, 1994). En la actualidad existen reportes de la presencia de palo de tinte en Benín, Madagascar, China, la Polinesia Francesa y el Archipiélago de Guadalupe (GBIF, 2015).

Recientemente se realizó la división de *Haematoxylum campechianum* en dos especies: *H. campechianum* y *H. calakmulense* (Cruz y Sousa, 2014). Estas dos especies son similares, pero *H. calakmulense* presenta hojas más cortas y con mayor número de pares de folíolos, de cuatro a seis; en tanto que en *H. campechianum* las hojas son más largas y en general pueden tener de dos a cuatro pares de folíolos, aunque ocasionalmente pudieran presentar cinco (Cruz y Sousa, 2014). Los folíolos en *H. campechianum* son más largos y glabros, mientras que en *H. calakmulense* son más cortos y glabros en el haz, pero en el envés son siempre pilosos en la base, cerca de la unión con el peciólulo (Cruz y Sousa, 2014). Además, en *H. calakmulense* las inflorescencias son más cortas (Cruz y Sousa, 2014).

En la Península de Yucatán *H. campechianum* es conocido comúnmente como palo de tinte o palo de Campeche. Entre los pobladores Mayas se le conoce a esta especie como *éek*, *tooso boon che'* o palo negro (De la Garza et al., 1983). En la región de la Península estos nombres comunes son utilizados de manera indistinta para ambas especies (Cruz y Sousa, 2014). En algunas fuentes históricas el palo de tinte es confundido por algunos autores con el palo de Brasil (*H. brasiletto*) por tener las mismas cualidades tintóreas (p. ej. Martínez, 1959; Ruz, 1979; Contreras, 1996). De ahí surge la confusión entre el palo de Campeche y las especies en lengua náhuatl *quamochitl* (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.) (Del Campo, 2014) o el *huitzquahuitl* (*H. brasiletto*) (Sahagún, 1981). Aun cuando algunos autores señalan que no hay sinonimia para *H. campechianum* (e.g. Niembro, 2002; Herbario CICY, 2016), en varios textos históricos y otras publicaciones se hace referencia a esta especie con otros nombres científicos. Aparece descrita como *Lignum campechianum* Sloane (Sloane, 1696; Hill, 1751; Pearson, 1810; Bacon et al., 1892; Salazar y Soihet, 2001; Duno, 2010), *Haematoxylum lignum* nom. inval. (Wood y Remington, 1918; Salazar y Soihet, 2001) y *Lignum coeruleum* nom. inval. (Bacon et al., 1892; Salazar y Soihet, 2001). Sin embargo, para la mayoría de estos nombres científicos no aparece un autor en la literatura y aparecen referidos generalmente en libros antiguos (p. ej. Smith y Walford, 1693; Sloane, 1696; Schumacher, 1825) o son nombres inválidos como en el caso de *H. lignum* y *L. coeruleum*, que se usaron como nombres comerciales de *H. campechianum* dados sus múltiples usos en la medicina (p. ej. Bacon et al., 1892; Wood y Remington, 1918).

En la Península de Yucatán *H. campechianum* crece sobre suelos arcillosos profundos con escaso drenaje, comúnmente conocidos como tierras bajas (Niembro, 2002), en los cuales se desarrolla la selva baja inundable conocida como *Ak'alche* en la terminología Maya (Duch, 1989). Además, se le puede encontrar asociado a

la selva alta subperennifolia, la selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, manglares, matorrales o incluso creciendo a la orilla de ríos u otros cuerpos de agua, en vegetación secundaria o en acahuales. *Haematoxylum calakmulense* se le encuentra en vegetación de selva baja sabanoide, selva baja subcaducifolia inundable, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia alterada y selva baja subperennifolia, en suelo arcilloso, negro húmedo, en elevaciones de 0 a 300 m (Cruz y Sousa, 2014). Hasta el momento solo se ha registrado esta especie en la Provincia Biótica Península de Yucatán en la región Mesoamericana, que incluye parte de Guatemala y Belice, y en México los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Cruz y Sousa, 2014).

En la Península de Yucatán, el palo de tinte forma grupos densos llamados tintales. El nombre de esta planta, así como de las asociaciones que forma, está dado por uno de sus principales usos: extracción de tinturas. Desde la época prehispánica los mayas utilizaron el palo de tinte para sus rituales, para pintar los hilos con que trenzaban sus cabellos, teñir sus mantas de color negro y su ropa y para pintar su cuerpo y rostro de negro (De la Garza et al., 1983; Contreras, 2010). Estos diferentes usos se le continuaron dando durante la Colonia (Contreras, 2010). A partir del siglo XVI se le dieron nuevos usos a esta planta, se utilizó para añejar el vino malo, así como para escribir mezclado junto con carbón y sal de hierro (Bicchieri et al., 2008). Durante el siglo XIX, además de su extracción para el tinte, se le conocía por sus propiedades tónicas y astringentes para luchar contra la disentería (Larousse, 1867).

El comercio de *H. campechianum* se inició entre los indígenas mucho antes de la presencia española en América y hacia la segunda mitad del siglo XVI comenzó a ser exportado a España (Contreras, 2010). En el estado de Campeche, en particular en la Laguna de Términos, el corte del palo de tinte también se convirtió en una actividad lucrativa para muchos de los piratas que visitaban esta zona (Marzuca, 2004). En la actualidad se promueve la reactivación, dentro de la Península de Yucatán y otros estados del sureste mexicano, de las actividades de extracción de tintes naturales a partir del palo de tinte, para usar como colorante textil así como colorante en microscopía para tinción celular. Entre sus usos más contemporáneos se le atribuyen también propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antisépticas (Duke, 2008), como anticancerígeno (Peng et al., 2014), para conformar el negro de los tintes en dibujos de Gustave Moreau (Pagès et al., 2004) y hasta para teñir el pelo como tinte natural (Bechtold, 2009). Además, se utiliza para la construcción de cercas, para la obtención de carbón como abono para suelos y dentro de los potreros ganaderos se dejan pequeños fragmentos de esta planta para que los bovinos se refugien del sol.

Aunque *H. campechianum* ha estado sujeto a explotación comercial por más de 10 siglos no aparece como una especie amenazada según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). El herbario CICY (2016) coloca a esta especie en la categoría de riesgo de atención menor. No se cuenta con información suficiente sobre *H. calakmulense* y el estado de conservación de sus poblaciones, al ser reconocida como nueva especie hace poco tiempo. Las principales amenazas a que se han enfrentado estas especies están relacionadas con las diferentes actividades antropogénicas que se han desarrollado en sus hábitats (Rico y García, 1991; Escalante y Aroche, 2000), las cuales se mantienen en la actualidad (Roy y Turner II, 2006; Vester et al., 2007).

A pesar de que el palo de tinte tiene este elevado valor comercial y cultural se conoce poco sobre sus áreas de distribución dentro de la Península de Yucatán (Niembro, 2002; Duno y Pérez, 2015). En la literatura se le ha prestado mayor atención a otros aspectos de la historia natural de esta planta (Niembro, 2002), sus aplicaciones en la restauración ecológica (Zamora, 2010), su resistencia a los ambientes degradados (Pérez, 2014), así como a la parte histórica y cultural (Vadillo, 1994; Marzuca, 2004; Contreras, 1990 y 2010). Si se determinaran las áreas donde históricamente han estado presentes ambas especies del palo de tinte en la Península de Yucatán, se pudiera apoyar la evaluación y ejecución de acciones de conservación por parte de investigadores y administradores

de la vida silvestre. Estas investigaciones pueden servir como base para una mejor planeación en el manejo de las poblaciones de palo de tinte que aún persisten y permitiría una mejor selección de aquellas áreas que potencialmente pudieran utilizarse para establecer plantaciones forestales de este árbol y así evitar la explotación de las poblaciones naturales. Por estas razones, los objetivos de este estudio son determinar y caracterizar las áreas de presencia histórica de *H. campechianum* y *H. calakmulense* en la Península de Yucatán, basadas en la revisión de ejemplares de herbario. Además, se determinará la presencia histórica de ambas especies dentro del sistema actual de Áreas Naturales Protegidas (ANPs) federales.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio comprende a la Península de Yucatán, entendida para efectos de esta investigación como la división político-administrativa dentro del territorio mexicano que incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, la cual abarca una superficie aproximada de 139,897.47 km^2 (INEGI, 2015). Se localiza en la porción septentrional de Mesoamérica, que divide el Golfo de México del Mar Caribe, en el extremo sureste de Norteamérica y el norte de América Central. Desde el punto de vista topográfico la Península se ha descrito como una región de poco contraste en altitud (Lugo et al., 1992). Se divide en dos unidades morfológicas principales: la primera está ubicada en el norte y en ella predominan las planicies, la segunda se encuentra en el sur donde las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m s.n.m.

El clima es tropical subhúmedo, la temperatura media anual es de 24.6 °C y existe una marcada estacionalidad concentrándose la temporada de lluvia en los meses de verano (junio-noviembre). Las precipitaciones generalmente son mayores a 1500 mm (SEMARNAP et al., 2000). La Península de Yucatán se divide en dos áreas, basadas en el cambio de fisonomía de la vegetación. En el noroeste domina la vegetación caducifolia y subcaducifolia y en el sureste la subperennifolia y perennifolia (Espinosa et al., 1999). En la línea costera predominan los manglares y las sabanas (SEMARNAP et al., 2000).

Datos del género *Haematoxylum*

La información de los registros históricos de las especies del género *Haematoxylum* se obtuvo de los herbarios de la Península de Yucatán (CICY, CIQR, UADY, UCAM) y de los tres herbarios más importantes de México (ENCB, MEXU y XAL) (Apéndice). En el herbario MEXU todos los ejemplares de palo de tinte ya estaban clasificados atendiendo a la nueva división en dos especies diferentes: *H. campechianum* y *H. calakmulense*. En el Herbario CICY la colección estaba parcialmente clasificada. En las demás colecciones todos los ejemplares estaban identificados como *H. campechianum*, por lo que se procedió a revisar su identificación. Para ello se siguieron los criterios propuestos por Cruz y Sousa (2014).

Para cada ejemplar de ambas especies se tomaron los datos de localidad de colecta, año, colector, determinador y coordenadas geográficas del registro. En el caso de los ejemplares duplicados solo se tomó la información de uno. Los ejemplares que no tenían los datos de las coordenadas fueron descartados, excepto aquellos que contaban con datos precisos del sitio de colecta, con los cuales se procedió a su georreferenciación. Una vez obtenidos todos los datos sobre las coordenadas de cada registro de *H. campechianum* y *H. calakmulense* se proyectaron sobre un mapa de la Península de Yucatán y se procedió a un proceso de verificación y depuración, con el apoyo del programa ArcView 3.2 (ESRI Inc., EUA). Para aquellos ejemplares en los que no coincidían los sitios de colecta con las coordenadas referidas, se intentaba georreferenciar la localidad correcta, si no era posible por falta de información se eliminaba el registro.

Caracterización de las áreas de colecta de las especies y representatividad en ANPs

Para caracterizar las áreas donde se colectaron los ejemplares de *H. campechianum* y *H. calakmulense* se utilizaron coberturas de suelo, altimetría, clima, morfo-edafología y sistemas ecológicos potenciales y activos en la Península

de Yucatán, tomadas del proyecto Plan Ecorregional de las selvas Maya, Zoque y Olmeca (García y Secaira, 2006). Todas estas coberturas representan a diferentes factores que inciden directamente en el desarrollo de las plantas, por lo cual tienen una relación desde el punto de vista ecológico con la distribución de estas especies. Además, en su mayoría son coberturas que representan a características o condiciones ambientales de los hábitats donde se localizan estas especies, que se mantienen invariables en largos períodos de tiempo, por lo que se pueden utilizar para caracterizar las áreas de presencia de estas especies independientemente del año en que haya sido tomado el registro.

En el caso particular de la cobertura de sistemas ecológicos potenciales, ésta recrea los diferentes tipos de formaciones vegetales que potencialmente debían ocupar las distintas áreas de la Península, excluyendo acciones antropogénicas. Se utilizó esta cobertura con la finalidad de obtener una idea más general de la asociación histórica de ambas especies de palo de tinte a áreas naturales específicas. En el caso de los sistemas ecológicos activos, estos reflejan los diferentes tipos de vegetación y los usos del suelo que existían en la Península de Yucatán hasta aproximadamente el año 2005 (García y Secaira, 2006).

Se proyectaron todos los registros que se reunieron de ambas especies sobre estas diferentes coberturas y se determinó la correspondencia de cada registro con ciertos valores o características ambientales. Además, se calculó el número de registros de ambas especies que están contenidos dentro de las ANPs federales existentes en la Península de Yucatán (CONANP, 2016), para tener una idea de que tan preservadas pudieran estar las áreas donde aún se podrían localizar estas especies. Para realizar estos procedimientos se utilizó el programa ArcView 3.2 (ESRI Inc., USA), con la extensión Asistente de Geoprocesamiento (GeoProcessing Wizard) a través de la herramienta Asignación de Datos por Localización (Assign Data by Location (Spatial Join)).

Resultados

Se reunieron un total de 34 registros de ejemplares de herbario de *H. calakmulense* (Fig. 1A), colectados entre 1980 y 2006 y 131 de *H. campechianum* (Fig. 1B), colectados entre 1965 y 2010. Según estos registros, la especie *H. calakmulense* se observa mayormente hacia el interior de la Península de Yucatán, en la parte meridional, en los alrededores y el interior de la Reserva de la Biosfera de

Figura 1: Registros de *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (A) y *Haematoxylum campechianum* L. (B), tomados de las principales colecciones que contienen ejemplares de herbario de estas especies en México. En polígonos gris oscuro se representan varias de las Áreas Naturales Protegidas federales de la Península (CONANP, 2015). 1: Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. 2: Reserva de la Biosfera Los Petenes. 3: Reserva de la Biosfera Ría Celestún. 4: Parque Nacional Dzibilchaltún. 5: Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. 6: Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. 7: Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. 8: Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma'ax Yetel Kooh. 9: Reserva de la Biósfera Sian Ka'an. 10: Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil. 11: Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax. 12: Reserva de la Biosfera Calakmul.

Calakmul y en la periferia del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax (Fig. 1A). También existen algunos reportes aislados de la especie más hacia el norte de la Península, tres por los alrededores de Valladolid, Sotuta y Yaxcabá en el estado de Yucatán (Fig. 1A), uno por el Ejido Kikab en Campeche (19°18'59.3"N, 90°12'58.1"W) y otro al norte de Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo (19°53'5.9"N, 88°3'19.5"W). Los registros de *H. campechianum* se encuentran dispersos por diferentes áreas de la Península de Yucatán, aunque hay un número considerable de colectas que se realizaron en la zona costera, particularmente en áreas asociadas al Golfo de México como Champotón, Campeche y Los Petenes en el estado de Campeche o Celestún, Sisal, Progreso y Río Lagartos en el estado de Yucatán (Fig. 1B).

Caracterización de los sitios de colecta de *H. campechianum* y *H. calakmulense*

El mayor porcentaje de registros de *H. calakmulense* se encontraron en áreas donde predomina una combinación de suelos Leptosoles-Vertisoles (VII) (Fig. 2A). Estos suelos son generalmente de poco espesor, se desarrollan normalmente sobre roca dura o en áreas muy pedregosas y son de color oscuro con un alto contenido de arcilla. *Haematoxylum campechianum* se colectó en áreas con una mayor variedad de tipos de suelos (Fig. 2A), aunque los porcentajes más altos correspondieron de igual manera con suelos Leptosoles-Vertisoles (VII) y los de tipo Leptosol (VI) (Fig. 2A). De acuerdo a las características morfo-edafológicas, *H. calakmulense* se colectó en su mayoría en sitios de tipo meseta kárstica denudatoria-erosiva (III) (Fig. 2B), al igual que *H. campechianum*; aunque esta última en una menor proporción y casi de igual forma se localizó en áreas del tipo planicie kárstica de selvas secas de Yucatán (VI) (Fig. 2B).

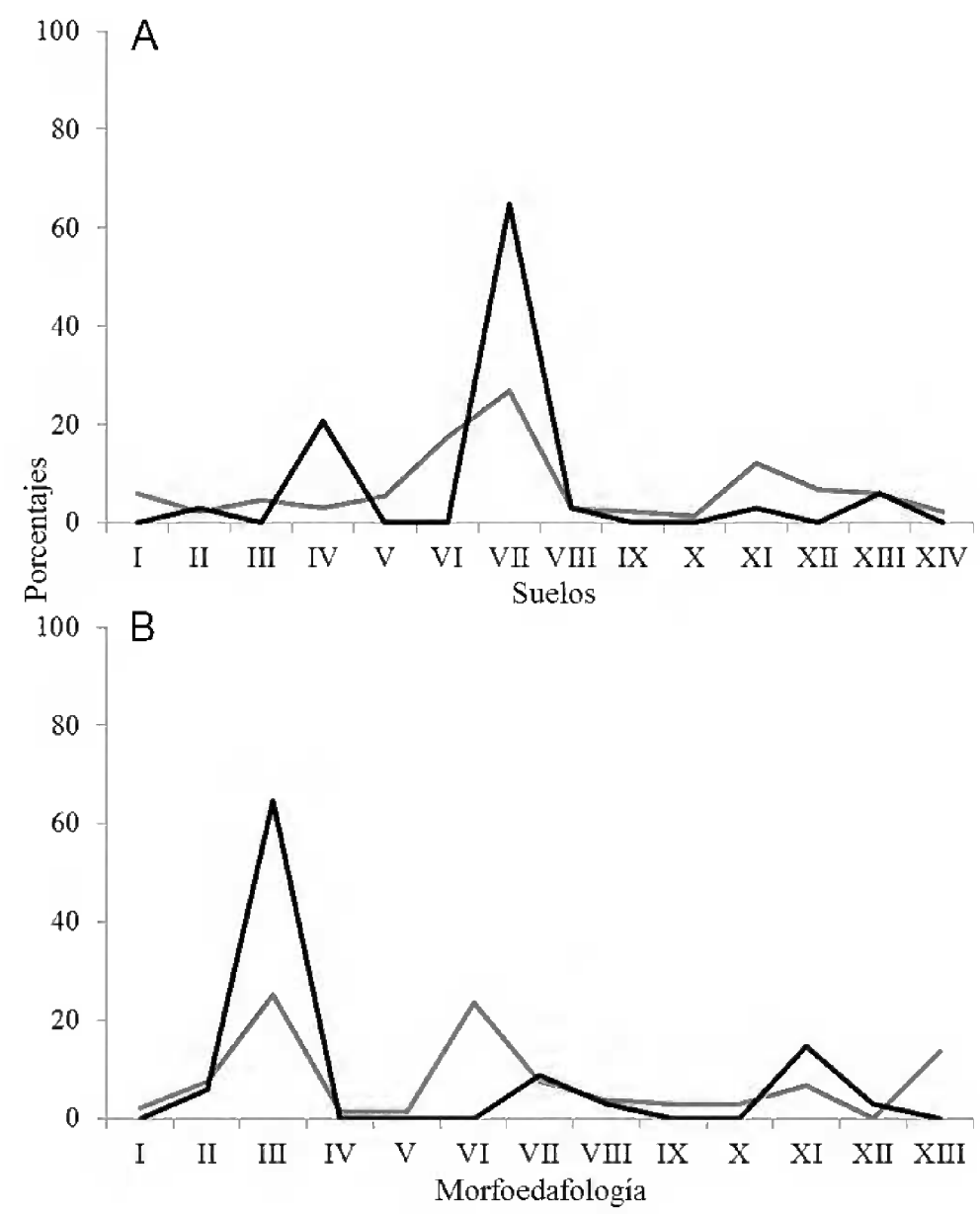

Figura 2: Porcentajes de representatividad del número de ejemplares de herbario de *Haematoxylum campechianum* L. (línea gris) y *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (línea negra) en los sitios de colecta en la Península de Yucatán, atendiendo al tipo de suelos (A) y la morfo-edafología (B). Tipos de suelo: I: Acrisol, II: Cambisol, III: Gleysoles, IV: Gleysoles-Vertisoles, V: Histosol, VI: Leptosol, VII: Leptosoles-Vertisoles, VIII: Luvisol, IX: Regosol, X: Poblado, XI: Rendzina, XII: Solonchak, XIII: Vertisol, XIV: Sin clasificación. Morfo-edafología: I: Depresión tectónica kárstica, Hol-Box, II: Meseta kárstica de colinas; III: Meseta kárstica denudatoria-erosiva, IV: Planicie inundación intermareal Sian Ka'an, V: Planicie kárstica con del noreste de Yucatán, VI: Planicie kárstica de selvas secas de Yucatán, VII: Planicie kárstica del norte de Yucatán, VIII: Planicie kárstica escalonada sur de Quintana Roo, IX: Superficie ondulada de pendiente suave, X: Superficies inundables e intermareas, XI: Valle kárstico en formación, XII: Valle tectónico kárstico con selvas bajas y medianas, XIII: Zona costera.

El clima predominante en los sitios de colecta de *H. calakmulense* fue Aw1(x') (Fig. 3A), el cual se clasifica como cálido subhúmedo. *Haematoxylum campechianum* fue registrada en sitios con una mayor variación en relación al tipo de climas (Fig. 3A), siendo lo más representativo el Awo (cálido subhúmedo, con variación en las precipitaciones) y también el Aw1(x') (Fig. 3A) como en el caso de *H. calakmulense*. En relación a la altitud, ambas especies se localizaron en sitios entre los 0 y 300 m s.n.m. (Fig. 3B). *Haematoxylum calakmulense* se localizó con mayor frecuencia entre los 200 y 300 m, mientras que *H. campechianum* estuvo mejor representada al nivel del mar (Fig. 3B).

Con respecto a los sistemas ecológicos activos, el porcentaje más elevado de ejemplares de *H. calakmulense* fueron colectados en sitios donde se registró selva alta y mediana subperennifolia (Cuadro 1), aunque hay un porcentaje considerable que se tomó en sitios donde se registraron pastizales cultivados (Cuadro 1). *Haematoxylum campechianum* se colectó en localidades que mostraron una mayor variabilidad, siendo las áreas de pastizales cultivados las mejores representadas (Cuadro 1). Con respecto a los sistemas ecológicos potenciales, más de 50% de los registros de *H. calakmulense* son de sitios que debían estar potencialmente ocupados por selva alta y mediana subperennifolia (Cuadro 2); al igual que para *H. campechianum*, aunque en un porcentaje más bajo de alrededor de 30% (Cuadro 2).

Representatividad en ANPs de *H. campechianum* y *H. calakmulense*

La mayor parte de los registros históricos de ambas especies se encontraron fuera de las ANPs federales presentes en la Península de Yucatán (Fig. 1 y 4). *Haematoxylum calakmulense* solo estuvo presente dentro de la Reserva de la Biosfera Calakmul (Fig. 1 y 4). Más de 80% de los ejemplares de *H. campechianum* se colectaron fuera de las ANPs. Un número reducido de los registros de esta especie se tomaron dentro de seis de las ANPs de la región (Fig. 1 y 4).

Cuadro 1: Porcentaje de registros de *Haematoxylum campechianum* L. y *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa en la Península de Yucatán en relación a la vegetación activa y el uso del suelo en las áreas donde fueron colectados. Entre paréntesis aparece el número de registros. Datos de vegetación tomados del Plan Ecorregional de las selvas Maya, Zoque y Olmeca (García y Secaira, 2006).

Vegetación activa y uso de suelo	*H. campechianum* L. % de registros	*H. calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa % de registros
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	2 (2)	0 (0)
Agricultura de temporal con cultivos anuales	6 (8)	6 (2)
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	2 (3)	0 (0)
Asentamientos humanos	7 (9)	0 (0)
Cuerpo de agua	1 (1)	0 (0)
Manglar	10 (13)	0 (0)
Pastizal cultivado	24 (31)	18 (6)
Pastizal inducido	2 (3)	0 (0)
Popal-tular	6 (8)	0 (0)
Sabana	2 (2)	0 (0)
Selva alta y mediana subperennifolia	14 (18)	25 (9)
Selva alta y mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	5 (7)	18 (6)
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	2 (3)	0 (0)
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	9 (12)	0 (0)
Selva baja subperennifolia	3 (4)	15 (5)
Selva baja subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	2 (3)	3 (1)
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	0 (0)	15 (5)
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	2 (3)	0 (0)
Vegetación halófila y gipsófila	1 (1)	0 (0)

Cuadro 2: Porcentaje de registros históricos, de herbario, de *Haematoxylum campechianum* L. y *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa en la Península de Yucatán en relación a la vegetación que potencialmente se debía encontrar en las áreas donde fueron colectados. Entre paréntesis aparece el número de registros. Datos de vegetación tomados del Plan Ecorregional de las selvas Maya, Zoque y Olmeca (García y Secaira, 2006).

Vegetación potencial	*H. campechianum* L. (% de registros)	*H. calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (% de registros)
Manglar	10 (13)	0 (0)
Popal-tular	7 (9)	0 (0)
Sabana	4 (5)	0 (0)
Selva alta y mediana perennifolia	3 (4)	0 (0)
Selva alta y mediana subperennifolia	29 (38)	56 (19)
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	17 (23)	0 (0)
Selva baja espinosa	3 (4)	0 (0)
Selva baja subperennifolia	10 (13)	21 (7)
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	14 (18)	23 (8)
Vegetación de duna costera	1 (2)	0 (0)
Vegetación halófila y gipsófila	1 (1)	0 (0)
Cuerpo de agua	1 (1)	0 (0)

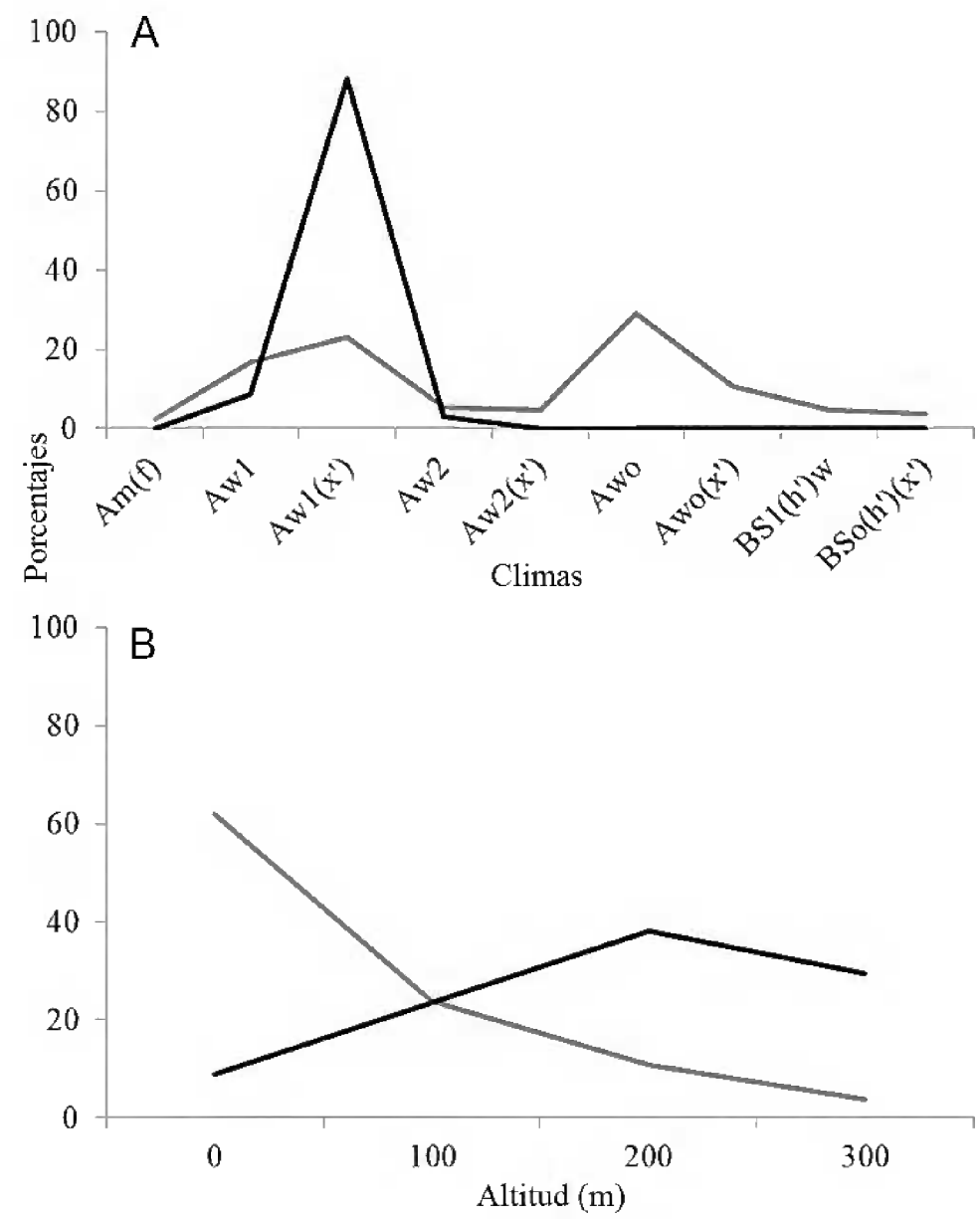

Figura 3: Porcentajes de representatividad del número de ejemplares de herbario de *Haematoxylum campechianum* L. (línea gris) y *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (línea negra) en los sitios de colecta en la Península de Yucatán, atendiendo al tipo de climas (A) y la altitud (B). Tipos de clima: Am(f): Cálido húmedo, Aw1: Cálido subhúmedo, Aw1(x'): Cálido subhúmedo, Aw2: Cálido subhúmedo, Aw2(x'): Cálido subhúmedo, Awo: Cálido subhúmedo, Awo(x'): Cálido subhúmedo, BS1(h')w: Semiárido cálido y BSo(h')(x'): Árido, cálido.

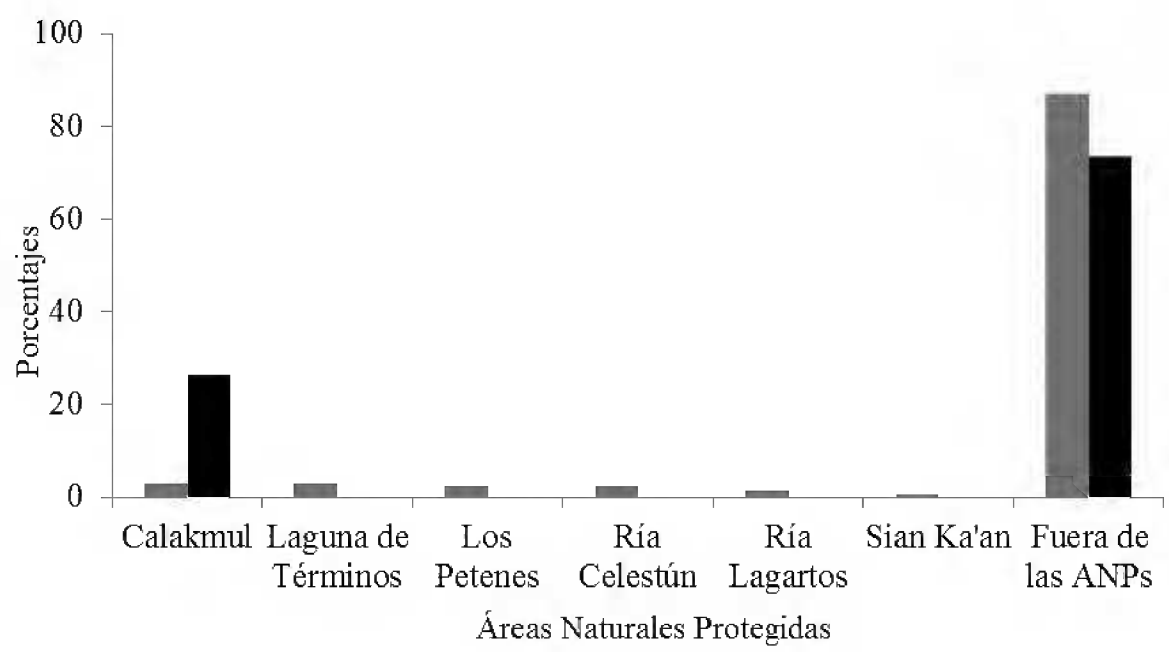

Figura 4: Porcentaje de los registros de *Haematoxylum campechianum* L. (barras grises) y *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (barras negras) que aparecen dentro de alguna de las Áreas Naturales Protegidas federales declaradas por la CONABIO en la Península de Yucatán.

Discusión

Las colecciones de herbario han sido muy importantes a lo largo de la historia, pues han servido de base para describir y nombrar a muchas especies (Peralta, 1992), han sido prioridad para establecer programas correctos de conservación (Collar y Rudyanto, 2003), así como para brindar información útil tanto a la comunidad científica como al público en general (Forero, 1975). La información obtenida en los herbarios sobre ambas especies del género *Haematoxylum* presentes en la Península de Yucatán es muy valiosa, ya que ofrece un referente histórico de los sitios donde se pueden localizar estas especies en la actualidad. Además, nos da la posibilidad de explorar bajo qué condiciones naturales se han desarrollado estas plantas, teniendo en cuenta los múltiples cambios que ha sufrido la región de la Península por acciones antropogénicas (Vester et al., 2007; Daniels et al., 2008) que modifican y destruyen parte de los hábitats de estas especies.

No obstante, la información general que se recopiló en los herbarios no necesariamente es representativa de todas las posibles áreas donde se pudieran localizar ambas especies. Es muy frecuente encontrar que las colectas se realizan en las áreas más accesibles, particularmente en las orillas de las carreteras, quedando sin documentar varias zonas poco exploradas por las deficientes vías de acceso (Pérez y Duno, 2015). Sin embargo, en el caso de especies nuevas como es el caso de *H. calakmulense*, los datos obtenidos de los herbarios son la única información con que se cuenta en la actualidad, hasta que no se realicen nuevas investigaciones enfocadas particularmente en esta especie.

Cruz y Sousa (2014) solo refieren como área de simpatría entre *H. calakmulense* y *H. campechianum* la región de Zoh-Laguna en Campeche y en este estudio se comprobó que existen otras áreas asociadas a la Reserva de la Biosfera Calakmul donde ambas especies han coexistido. Esto se pudo comprobar con la revisión de herbarios adicionales a la colección MEXU estudiada por Cruz y Sousa (2014). De igual manera estos autores indican que *H. campechianum* está mejor representada en la porción norte de la Península hacia las zonas áridas y costeras, lo cual se corrige con el presente estudio. En Campeche esta especie está muy bien representada en Palizada, en la porción suroeste de la Península, región que se caracteriza por ser una de las más lluviosas con 1200-1500 mm de lluvia por año (Vidal, 2005). Además, se cuenta con un número considerable de ejemplares provenientes de áreas asociadas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Estas discordancias entre los criterios de Cruz y Sousa (2014) sobre la distribución de ambas especies en la Península y los resultados que se obtuvieron en este estudio pueden estar relacionadas con el sesgo de colecta, asociado a las colecciones biológicas. En muchas ocasiones las colectas solo se hacen en lugares accesibles o asociados a caminos o carreteras, por lo cual muchas áreas que pueden ser importantes permanecen sin estudiar. Por esta razón es importante revisar la mayor cantidad de ejemplares que se encuentren disponibles en las diferentes colecciones, para de esta forma minimizar este efecto.

Dentro de la Península de Yucatán aún quedan muchas áreas que desde el punto de vista botánico han sido poco exploradas (Duno y Pérez, 2015) y en el caso de *H. calakmulense* la información existente aún es muy incipiente, por lo cual se necesita de más trabajo de campo para delimitar de manera concluyente el área de distribución de esta nueva especie. Por otra parte, *Haematoxylum campechianum* es una especie más conocida y ha sido explotada durante décadas por sus múltiples usos (Contreras, 1987). Sin embargo, tampoco ha sido ubicada de manera concluyente en todo su rango de extensión dentro de la Península de Yucatán. Existen reportes históricos de *H. campechianum* en diferentes áreas de la Península, obtenidos a través de fuentes bibliográficas, de los cuales no hay registros en los principales herbarios que fueron consultados. Entre estas áreas figuran la Isla de Cozumel, Quintana Roo (César y Arnaiz, 1998; Xacur, 1998), Cabo Catoche, Quintana Roo, Laguna de Términos, Campeche y Dzilam, Yucatán (Villegas y Torras, 2014).

Existen otras áreas de las cuales no se encontró ningún tipo de información sobre la presencia de estas dos especies. Sin embargo, resultaría interesante visitarlas, ya que podrían estar presentes atendiendo a sus requerimien-

tos de hábitat. Entre ellas destacan la Bahía de Chetumal (desde Mahahual hasta Xcalak) y Laguna Bacalar, ambas en Quintana Roo y la región de Candelaria en Campeche. Además, es necesario explorar en una serie de extensas localidades dentro del estado de Yucatán de las cuales hay un gran vacío de información.

Teniendo en cuenta la información obtenida, existen algunas similitudes en cuanto a las preferencias de hábitats de estas dos especies, que coinciden en general con lo descrito por Niembro (2002) para *H. campechianum*. En efecto, este autor especifica que *H. campechianum* crece primariamente en terrenos planos con suelos arcillosos sujetos a inundaciones periódicas que tienen drenaje deficiente, comúnmente conocidos como tierras bajas. Los suelos de tipo Vertisoles, que estuvieron entre los más representativos en los sitios de colecta de ambas especies, se caracterizan por presentar gran cantidad de arcilla y baja permeabilidad cuando están húmedos, por lo que en las épocas de lluvia tienden a tener una buena retención del agua superficial (Reyes, 2014). La altitud fue la variable analizada para la cual se encontró una mayor diferenciación entre las preferencias de hábitat para ambas especies, aunque reiteramos que se requiere realizar trabajo de campo en las áreas que aparecen con vacíos de información para poder ratificar este resultado.

Resulta alarmante que las selvas altas aparezcan como una de las más importantes a las cuales aparecen asociadas ambas especies, ya que en el sureste mexicano estas formaciones vegetales han sido de las más afectadas por los cambios de uso del suelo (Ríos y Navarro, 2009). También se debe tener en cuenta que un número considerable de registros de *H. campechianum* y *H. calakmulense* se encontraron en áreas que se han destinado al cultivo de pastos, por lo que es muy probable que en la actualidad queden pocos individuos o ya no existan. Afortunadamente la selva mediana subperennifolia es otro tipo de vegetación a lo cual se asocian con mayor frecuencia estas especies y es la que tiene una distribución más amplia en la Península de Yucatán, al cubrir aproximadamente 35% del territorio (Plasencia y Escalona, 2014).

La Península de Yucatán ha sufrido grandes transformaciones del paisaje desde la antigüedad con los impactos causados por la cultura Maya (Rico y García, 1991) y posteriormente se intensificó con la apertura de la última frontera agrícola (Escalante y Aroche, 2000). Tales cambios se han mantenido y han implicado la rápida pérdida de extensas áreas de selvas en la región, sobre todo debido a la demanda de pastos para el pastoreo extensivo de ganado (Díaz et al., 2010). Por estas razones, no coincidimos en los criterios expuestos por Duno y Pérez (2015), al plantear que las evidencias existentes indican que *H. calakmulense* no debe estar amenazada en la Península. Sería prudente considerar el criterio de Cruz y Sousa (2014), quienes mencionan que los datos con que se cuenta aún son insuficientes para determinar si la especie realmente se puede incluir en alguna categoría de amenaza. A nivel Península de Yucatán, particularmente en el estado de Campeche, aun cuando no hay datos sobre el aprovechamiento actual de los tintales, se puede observar en las comunidades rurales y pequeños poblados cómo *H. campechianum* tiene disímiles usos. Por ello, se considera necesario una evaluación detallada de cómo se están aprovechando en la actualidad las poblaciones de estas dos especies en la Península de Yucatán.

Ambas especies están representadas en alguna de las ANPs existentes en la Península; no obstante, la mayor parte de los registros existentes fueron tomados fuera de éstas. Esto nos da una idea de que la mayor parte de sus poblaciones se encuentran sin protección alguna. Sin embargo, es necesario considerar que en este estudio solo se tuvieron en cuenta las ANPs federales y no se incluyeron las de tipo estatal, municipal y las privadas. De estas otras ANPs no se contaba con las coberturas que establecen sus límites y por ello no pudieron ser utilizadas en los análisis, aunque se tienen referencias de que en algunas existen extensos tintales, como es el caso de la Reserva Ecológica El Edén A.C. en Quintana Roo.

Conclusiones

A través de esta investigación se realizó una revisión completa de los ejemplares de *H. campechianum* y *H. calakmulense* presentes en los herbarios que almacenan las co-

lecciones más grandes de las mismas en México, lo cual no se había hecho hasta el momento, incluso ni al realizarse la división en dos especies por Cruz y Sousa (2014). En varias de las colecciones examinadas todos los ejemplares aparecían aún como *H. campechianum* y a través de estudio se procedió a revisar su identificación y se separaron los correspondientes a *H. calakmulense*. Además, se incluye una caracterización de las áreas de presencia histórica de ambas especies en la Península de Yucatán, así como su representatividad dentro del sistema actual de Áreas Naturales Protegidas (ANPs) federales. Estos dos últimos aspectos pueden ser muy importantes a la hora de realizar planes de manejo de estas especies en el futuro, dada su importancia económica por los múltiples usos que se les puede dar. Con toda la información recopilada se puede realizar una nueva investigación, encaminada a la obtención de modelos de distribución geográfica potencial de ambas especies. A través de estos modelos se pueden hacer inferencias sobre las áreas de distribución de las mismas en la actualidad y cómo estas se han ido modificando por la acción de diferentes factores naturales y antrópicos.

Contribuciones de autores

AP concibió y diseñó el estudio y adquirió los datos con la ayuda de PZ y PV. Todos los autores contribuyeron en la escritura del manuscrito, la realización de los análisis, la interpretación de los resultados, la discusión, la revisión y la aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por una beca posdoctoral aprobada en la convocatoria PRODEP/2014 (oficio no. DSA/103.5/14/11801) a AP. También se recibió el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de un proyecto de Ciencia Básica (número de proyecto 237547) a PV.

Agradecimientos

A los curadores y al personal asociado de los siguientes herbarios: CICY (R. Duno y a S. Hernández), MEXU (A.V. Juárez y R. Torres), UADY (J. Tun), CIQR (G.A. Islebe), ENCB (M. de la L. Arreguín y M.Á. Barrios), XAL (S. Avendaño) y UCAM (C. Gutiérrez). Se agradece por su apoyo en las diferentes estancias: O. Aguilar y su familia en México, A D. Cóbian y S. Perera en Chetumal y A A. Serrano en Xalapa. Agradecemos por sus comentarios a los revisores del artículo.

Literatura citada

Bacon, G., F. Bache, H. C. Wood, J. Price y S. P. Sadtler. 1892. The Dispensatory of the United States of America. J. B. Lippincott Company. Philadelphia, USA. 869 pp.

Bautista, F., D. Palma y W. Huchin. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. In: Bautista, F. y G. Palacio (eds.). Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Campeche, México. Pp. 105-122.

Bechtold, T. 2009. Natural colorants in hair dyeing. In: Bechtold, T. y R. Mussak (eds.). Handbook of Natural colorants. John Wiley & Sons. Chichester, UK. Pp. 345.

Bicchieri, M., M. Monti, G. Piantanida y A. Sodo. 2008. All that is iron-ink is not always iron-gall! Journal of Raman Spectroscopy 39: 1074-1078. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/jrs.1995

César, A. y S. M. Arnaiz. 1998. El Caribe mexicano. Una frontera olvidada. Universidad de Quintana Roo, Fundación de Parques y Museos de Cozumel. Chetumal, México. 456 pp.

Collar, N. J. y E. Rudyanto. 2003. The archive and the ark: Bird specimen data in conservation status assessment. Bulletin of the British Ornithologists' Club 123A: 95-113.

CONANP. 2016. Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

Contreras, A. del C. 1987. El palo de tinte, motivo de un conflicto entre dos naciones, 1670-1802. Historia Mexicana 37: 49-74.

Contreras, A. del C. 1990. Historia de una tintórea olvidada, el proceso de explotación y circulación del palo de tinte

(1750-1807). Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 153 pp.

Contreras, A. del C. 1996. Capital comercial y colorantes en la Nueva España, segunda mitad del s. XVIII. El Colegio de Michoacán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. Pp. 54.

Contreras, A. del C. 2010. La biodiversidad perdida: el caso de los colorantes. In: Durán, R. y M. Méndez (eds.). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Programa de Pequeñas Donaciones-Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Mérida, México. Pp. 368-372.

Cruz, R. y J. Jiménez. 2008. *Haematoxylum sousanum* (Leguminosae, Caesalpinioideae), una especie nueva del sur de México. Novon: A Journal for Botanical Nomenclature 18: 25-28. DOI: http://dx.doi.org/10.3417/2005126

Cruz, R. y M. Sousa. 2014. *Haematoxylum calakmulense* (Leguminosae, Caesalpinoideae), una Nueva Especie Mesoamericana. Novon: A Journal for Botanical Nomenclature 23: 31-36. DOI: http://dx.doi.org/10.3417/2011106

Daniels, A., K. Painter y J. Southworth. 2008. Milpa imprint on the tropical dry forest landscape in Yucatan, Mexico: Remote sensing and field measurement of edge vegetation. Agriculture, Ecosystems & Environment 123: 293-304. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.003

De la Garza, M. A. L. Izquierdo y M. del C. León. 1983. Relación histórico-geográfica de la provincia de Yucatán (Mérida, Valladolid y Tabasco). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 74.

Del Campo, M. M. 2014. Pervivencia de los remedios vegetales tradicionales americanos en la terapéutica española actual. Tesis de doctorado. Facultad de Farmacología, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 282 pp.

Díaz, J. R, J. F. Mas y A. Velázquez. 2010. Trends of tropical deforestation in Southeast Mexico. Singapore Journal of Tropical Geography 31: 180-196. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9493.2010.00396.x

Duch, G. 1989. Los bajos inundables (ak'alches) de la Península de Yucatán: las expectativas de una evaluación ambiental referida a su aprovechamiento. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 50 pp.

Duke, J. A. 2008. Duke´s handbook of medicinal plants of Latin America. CRC Press. Boca Raton, USA. Pp. 343.

Duno, R. 2010. Las primeras plantas de la flora yucateca. Desde el Herbario CICY 2: 57-58.

Duno, R. y J. E. Pérez. 2015. Novedades para la flora de la Península de Yucatán: una leguminosa descrita recientemente: *Haematoxylum calakmulense* (Fabaceae, Caesalpinoideae). Desde el Herbario CICY 7: 10-12.

Escalante, R. y F. Aroche. 2000. El sector forestal mexicano: paradojas de la explotación de un recurso natural. Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 222 pp.

Espinosa, D., J. J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 1999. Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas. Informe final Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Proyecto No. Q054. México, D.F., México. 37 pp.

Fernández, G. C., J. L. Tapia, R. Duno, I. M. Ramírez, L. Can, S. Hernández y A. Castillo. 2012. La Flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. Biodiversitas 101: 6-10.

Forero, E. 1975. La importancia de los herbarios nacionales de América Latina para las investigaciones botánicas modernas. Taxon 24: 133-138.

García, G. y F. Secaira (eds.). 2006. Una visión para el futuro: cartografía de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca. Infoterra Editores. San José, Costa Rica. 40 pp.

GBIF. 2015. *Haematoxylum campechianum*. Global Biodiversity Information Facility.

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies. Enda Caribe/Catie. Volumen 2. Turrialba, Costa Rica. 778 pp.

Haston, E. M., G. P. Lewis y J. A. Hawkins. 2005. A phylogenetic reappraisal of the *Peltophorum* group (Caesalpinieae: Leguminosae) based on the chloroplast *trnL-F*, *rbcL* and *rps16* sequence data. American Journal of Botany 92: 1359-1371. DOI: http://dx.doi.org/10.3732/ajb.92.8.1359

Herbario CICY. 2016. Flora de la Península de Yucatán. Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, México. http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital

Hill, J. 1751. A history of the materia medica. Printed for T. Longman, C. Hitch, L. Hawes, A. Millar and J. Rivington. London, U.K. Pp. 686.

INEGI. 2004. Guías para la interpretación de cartografía edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EDAFI.pdf (consultado octubre de 2015).

INEGI. 2015. Información nacional, por entidad federativa y municipios. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=04 (consultado octubre de 2015).

Larousse, P. 1867. Grand dictionnaire universel du XIXe siècle. Tome III. Librairie Classique Larousse et Boyer. Paris, Francia. Pp. 230.

Lugo, J., J. F. Acevedes y R. Espinosa. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas 10: 143-150. http://www.rmcg.unam.mx/10-2/(6)Lugo.pdf (consultado octubre de 2015).

Martínez, M. 1959. Las plantas medicinales de México. 4a ed. Botas. México, D.F., México. Pp. 455.

Marzuca, D. I. 2004. Las relaciones entre México y Belice: su impacto en la economía del estado de Quintana Roo. Tesis de licenciatura. Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México. 105 pp.

Niembro, A. 2002. *Haematoxylum campechianum* L. In: Vozzo, J. A. (ed.). Tropical tree seed manual. Part 2 Species Descriptions. USDA Forest Service. Washington, DC., USA. Pp. 497-499.

Pagès, S., A. Duval y H. Guicharnaud. 2004 . Study of Gustave Moreau´s black drawings: identification of the graphic materials by Raman microspectrometry and PIXE. Journal of Raman Spectroscopy 35: 628-632. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/jrs.1215

Pearson, R. 1810. Thesaurus medicaminum: A selection of medical formulae, distributed into classes and accompanied by pharmaceutical and practical remarks. Baldwin and Murray. London, UK. Pp. 130.

Peng, T., J. R. Wu, L. J. Tong, M. Y. Li, F. Chen, Y. X. Leng, R. Qu, K. Han, Y. Su, Y. Chen, W. H. Duan, H. Xie y J. Ding. 2014. Identification of DW532 as a novel anti-tumor agent targeting both kinases and tubulin. Acta Pharmacologica Sinica 35: 916-928. DOI: http://dx.doi.org/10.1038/aps.2014.33

Peralta, I. D. 1992. Los herbarios su valor como colecciones activas. Multequina 1: 189-192.

Pérez, I. 2014. Tolerancia y capacidad de fitorremediación de árboles nativos tropicales a suelo contaminado con petróleo. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. 76 pp.

Pérez, J. E. y R. Duno. 2015. Los registros de herbario y el sesgo en las recolectas científicas. Desde el Herbario CICY 7: 49-51. http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-03-26-Sarabia_Duno.pdf (consultado octubre de 2015).

Plasencia, A. H. y G. Escalona. 2014. Caracterización del área de distribución geográfica potencial de las especies de aves psitácidas de la Península de Yucatán, México. Revista de Biología Tropical 62: 1509-1522.

Reyes, I. 2014. Una ojeada a la clasificación del suelo. Contactos 91: 30-40.

Rico, V. y J. G. García. 1991. The Maya and the vegetation of the Yucatan Peninsula. Journal of Ethnobiology 11: 135-142.

Ríos, C. A. y A. G. Navarro. 2009. Efectos del cambio de uso de suelo en la disponibilidad hipotética de hábitat para los psitácidos de México. Ornitología Neotropical 20: 491-509.

Roy, R. y B. L. Turner II. 2006. Reconciling agency and structure in empirical analysis: smallholder land use in the southern Yucatán, Mexico. Annals of the American Association of Geographers 96: 302-322. DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8306.2006.00479.x

Ruz, M. H. 1979. El añil en el Yucatán del siglo XVI. Estudios de cultura maya 12: 119.

Sahagún, F. B. 1981. Historia general de las cosas de Nueva España. Porrúa. México, D.F., México. Pp. 342.

Salazar, R. y C. Soihet. 2001. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales no. 160. V.2. Serie Técnica. Manual Técnico (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Pp. 119-120.

Schumacher, C. F. 1825. Medicinsk Plantelaere for studerende Laeger og Pharmaceutiker. Vol. 1. JH Schultz. Kjöbenhavn, Denmark. Pp. 595.

SEMARNAP, (INEGI) (eds.) y (UNAM) (comp.). 2000. Inventario Forestal Nacional 2000-2001. Escala 1: 250 000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F., México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF). (http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010) (consultado julio de 2015).

Sloane, H. 1696. Catalogus plantarum quae in insula Jamaica. Londini. London, UK. 275 pp. DOI: http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.694

Smith, S. y B. Walford. 1693. Historia plantarum generalis. Londini. London, UK. Pp. 1804.

Stoffers, A. L. (ed.). 1973. Spermatophyta-Dicotyledoneae. Flora of the Netherlands Antilles. Vol. III. Utrecht, Netherlands. Pp. 1-60.

Vadillo, C. 1994. La región del palo de tinte: El partido del Carmen, Campeche, 1821-1857. Instituto de Cultura de Campeche. Campeche, México. 190 pp.

Vester, H. F. M., D. Lawrence, J. R. Eastman, B. L. Turner II, S. Calme, R. Dickson, C. Pozo y F. Sangerman. 2007. Land change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: effects on habitat and biodiversity. Ecological Applications 17: 989-1003. DOI: http://dx.doi.org/10.1890/05-1106

Vidal, R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México. México, D.F., México. 213 pp.

Villegas, P. y R. Torras. 2014. La extracción y exportación del palo de tinte a manos de colonos extranjeros. El caso de la B. Anizan y Cía. Secuencia 90: 77-93.

Wood, H. C. y J. P. Remington. 1918. The Dispensatory of the United States of America. 20th ed. Lippincott. Philadelphia, USA. 2010 pp.

Xacur, J. A. (ed.). 1998. Enciclopedia de Quintana Roo. T. 2. Chetumal, México. Pp. 359-360.

Zamora, L. F. 2010. Evaluación espacio-temporal del crecimiento de plántulas con potencial para la restauración de humedales. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. 133 pp.

Apéndice

Ejemplares de *Haematoxylum calakmulense y Haematoxylum campechianum* consultados en los herbarios CICY, CIQR, ENCB, MEXU, UADY, UCAM y XAL.

Haematoxylum calakmulense Cruz Durán & M. Sousa

Ejemplares revisados: MÉXICO. Campeche, municipio Calakmul, a 4.6 km al NO del El Civalito, 18.V.2002, *D. Álvarez y J. Calónico 1301* (MEXU); a 4 km al SE del ejido La Moza camino a San Antonio Soda, 19.II.2003, D. *Álvarez et al. 4024bis* (MEXU); a 0.7 km del poblado Puebla de Morelia, 20.II.2003, *D. Álvarez et al. 4095* (MEXU); a 1.85 km al N del poblado El Campanario, carretera a Xpujil - Justo Sierra, 7.III.2003, *D. Álvarez y C. Jiménez 4199* (MEXU); a 3 km al E del poblado Chinchonal carretera Xpujil - Escárcega, 8.III.2003, *D. Álvarez 4223* (MEXU); en Zoh Laguna, a 10 km al N de Xpujil, sobre el camino a Dzibalchén, 25.I.1996, *P. Álvaro 157* (MEXU); Jardín Botánico de Zoh-Laguna, a 10 km al N de Xpujil camino a Dzibalchén, 27.III.1996, *P. Álvaro 217* (CICY); a 14 km al O de Nuevo Becal, 16.I.1997, *P. Álvaro y F. Trejo 691* (MEXU); a 500 m al norte de Xpujil, rumbo a Zohlaguna, 23.III.1982, *E. Cabrera y H. de Cabrera 2154* (MEXU); 10 km al S. de Conhuas, sobre la brecha al centro ceremonial de Calakmul, carretera Escárcega - Chetumal, 27.III.1988, *E. Cabrera y H. de Cabrera 15997* (MEXU); 50 km de Xpujil hacia la frontera con Guatemala, 5.II.1982, *C. Chan 1304* (CICY); 17.4 km sobre el camino a Calakmul, partiendo de la carretera Conhúas - Xpujil, 13.III.1996, *J. C. Trejo et al. 588* (MEXU); 2.9 km al NE de Pioneros del Río, 17.II.2002, *J. Calónico et al. 21548* (MEXU); 10.6 km al NE de Conhuas, 20.II.2002, *J. Calónico et al. 21754* (MEXU); ejido Dos Lagunas, parcela 1, 20.VIII.2006, *M. A. Islas 2113* (CICY); km 29 al S de la entrada a Calakmul (caseta de vigilancia), 25.XI.1997, *E. Madrid et al. 552* (MEXU); 500 m al N del poblado 11 de mayo, 17.VII.1998, *E. Madrid. y M. Arandia 1000* (MEXU); km 29 al S de la caseta de entrada a Calakmul, 24.XI.1997, *E. Martínez et al. 29878* (CICY); a 3.5 km al SE de Nueva Vida, 8.III.1998, *E. Martínez et al. 30265* (MEXU); a 6 km al N de Narciso Mendoza, camino a El Manantial, 4.IV.1998, *E. Martínez et al. 30512* (MEXU); Torre, 35 km al N de la Zona Arqueológica, 11.III.2000, *D. Méndez y C. Brown 164* (UCAM); 3 km al noroeste de Dos Lagunas, Reserva de la Biósfera de Calakmul, 17.III.1991, *J. Tun et al. 146* (UADY); Nueva Vida a Nuevo Becal Carretera a Xpujil, 13.III.1990, *E. Ucán et al. 5919* (UADY). Municipio Campeche, predio ganadero, aledaño al camino de terracería que va del ej. Kikab a Nayarit de Castellot, km 2, 20.XII.1996, *J. Palmillas 565* (MEXU). Municipio Hopelchén, rumbo a la aguada Pucteil, 31.III.2005, *G. G. Cabrera 480* (UCAM); rumbo a la aguada Xpayche´ 3km de Xmaben, 31.III.2005, *G. G. Cabrera 489* (UCAM). Quintana Roo, municipio José María Morelos, a 4.15 km al E del poblado Plan de la Noria, 16.III.2004, *D. Álvarez y A. Ramírez 8200* (MEXU); a 4.13 km al E del ejido San Isidro Poniente, 17.III.2004, *D. Álvarez y A. Ramírez 8273* (MEXU); a 4.20 km al NW de San Isidro Poniente, camino a Sabana San Francisco, 17.III.2004, *D. Álvarez y A. Ramírez 8309 bis* (MEXU). Municipio Othón P. Blanco, Tintales de La Pantera, 3-5 km al W de Nueva Jerusalén, 4.II.1998, *G. Carnevali et al. 4971* (CICY). Yucatán, municipio Sotuta, al oriente de Tixcacultuyub - Sotuta, 2.II.1980, *E. Ucán 245* (XAL). Municipio Valladolid, San Miguel parte Oriente-Norte de la carretera a 100 m de la mesura, 18.IV.1983, *E. Ucán 2401* (MEXU). Municipio Yaxcaba, Tixcacaltuyub, 2.II.1980, *C. Vargas 15* (XAL).

Haematoxylum campechianum L.

Ejemplares revisados: MÉXICO. Campeche, municipio Calakmul, a 14 km al E de Xpujil, carretera Xpujil - Chetumal, 31.I.2003, *D. Álvarez 3507 bis* (MEXU); a 0.7 km al W del poblado Puebla de Morelia, 20.II.2003, *D. Álvarez et al. 4094* (MEXU); a 0.7 km al W del poblado Flores Magón, 17.II.2003, *D. Álvarez y C. Jiménez 4325* (MEXU); Conhuas, 8 km, SE, camino al Centro Ceremonial de Calakmul, km 99 del camino Escárcega - Chetumal, 18.III.1983, *E. Cabrera et al. 4485* (XAL); 10 km al S de Conhuas, sobre la brecha al centro ceremonial de Calakmul, carretera Escárcega - Chetumal, 27.III.1988,

E. Cabrera y H. de Cabrera 15999 (ECOSUR); Conhuas, 17 km, Calakmul, 2.VII.1995, *C. Gutiérrez 4313* (XAL); Calakmul, aguada principal (ruinas), 23.II.1994, *J. M. Kantún 271* (UCAM); Reserva Calakmul (costado pista aterrizaje), 24.II.1994, *J. M. Kantún 280* (UCAM); km 3 al S de Xcan-ha, camino a Xpujil, 23.IV.1998, *E. Madrid et al. 740* (MEXU); Jardín Botánico de Zoh-Laguna, 5.V.1997, *E. Martínez et al. 27088* (MEXU); a 9 km al E de dos Naciones, 2.IV.1998, *E. Martínez et al. 30474* (MEXU); a 5 km al NE de Bel-ha, 9.IV.1998, *E. Martínez et al. 30582* (MEXU); a 200 m al E del rancho Las Delicias, camino Xpuhil - La Moza, 27.IV.1998, *E. Martínez et al. 30718* (MEXU); a 9 km al S de Conhuas, camino a Calakmul, 3.III.2002, *E. Martínez et al. 35247* (MEXU); camino a Calakmul antes de llegar al km 12, 12.III.1995, *P. Zamora y J. A. Hernández 4337* (MEXU). Municipio Calkiní, Tankuché, 10 km al W, sobre el camino a Punta Arena, 1.XII.1988, *E. Cabrera y H. de Cabrera 15299* (CICY); 7 km al W del ejido Tankuché, 27.XI.1985, *R. Durán y C. Chan 1450* (CICY); en la entrada al Remate, dirigiéndose a los Petenes, 24.II.1983, *J. S. Flores 9704* (CICY); entrada a los Petenes, 24.II.1983, *J. S. Flores 9705* (CICY); Tankuché, 8 km, NW, 16.IV.1981, *R. Grether y H. Quero 1535* (CICY); Tankuché camino a El Remate, 6.II.1981, *M. Narváez y V. Rico 248* (CICY); 11 km al W de Tankuché hacia Isla Arena, al sur de la carretera, 28.XI.1993, *F. Tun et al. 129* (CICY); 2 km antes del Remate de Tancuché, 25.II.1986, *E. Ucan y R. Durán 4471* (ENCB). Municipio Campeche, rancho Los Tres Hermanos, km 20 en la carretera Campeche a Mérida, 18.III.1983, *J. S. Flores 9772* (CICY); avenida Panorámica al S del fuerte San Miguel, 8.III.1998, *C. Gutiérrez 5716* (CICY); 2 m al norte de Chiná, 17.II.1999, *C. Gutiérrez 6290* (UCAM); 2 km al noroeste de Chiná, 2.II.2006, *C. Gutiérrez 9042* (UCAM); km 16 al S de Campeche, carretera Campeche a Champotón, 3.VIII.1993, *F. May et al. 874* (CICY); Chiná, alrededor, 10 km, SE de Campeche, 1.XI.1980, *A. Novelo y C. Zetina 691* (XAL); San Antonio Ebulá, Campeche, 15.III.2003, *C. Pavón 516* (MEXU); Reserva de Hampolol, 21.III.1998, *R. V. Quero 27* (UCAM); km 11 carretera Campeche - Mérida, 21. IV.1992, *P. Simá y G. Campos 1356* (CICY); Estación de Biología de Hampolol, 4.III.1998, *P. Zamora y D. Méndez 6205* (XAL). Municipio Candelaria, Luinal, 23.II.2004, *C. M. Castro 20* (UCAM); Miguel Hidalgo delante de Candelaria, 26.III.1996, *C. Gutiérrez 2114* (UADY); Miguel Hidalgo delante de Candelaria, 26.III.1996, *C. Gutiérrez 5098* (UCAM); Río Candelaria a 8 km al oeste del poblado Candelaria, rumbo a la frontera con Guatemala, 26.VII.1979, *A. Lot y A. Novelo 871* (ENCB). Municipio Carmen, Colonia Nueva Coahuila, 15.I.1982, *C. Chan 1128* (XAL); entrada a Ciudad del Carmen, 28.III.1983. *C. Chan 1975* (CICY); Punta Zacatal a Puerto Rico, 23. III.1985, *C. Chan 4976* (CICY); Los canales, la cañadita, 28.II.1988, *D. Ocaña 190* (MEXU); Río Marentes, 8.I.1989, *D. Ocaña y C. Coronado 321* (MEXU); rancho La Lucha, ejido El Naranjo, 17.II.1983, *J. J. Ortiz s.n.* (CICY). Municipio Champotón, 6 km al N de Champotón, sobre la carretera Campeche a Ciudad del Carmen, 25.I.1986, *E. Cabrera y H. de Cabrera 10894* (CICY); Champotón, 1 km, N, Ciudad del Carmen - Campeche, 26.III.1988, *E. Cabrera y H. de Cabrera 15864* (XAL); Yohaltún, aproximadamente a 6 km al N, 19.II.1981, *C. Chan 213* (CICY); Camino entre San Antonio Yacasay y Pustunich, 13.II.1985, *C. Chan 4648* (CICY); carretera Escárcega - Champotón, km 46, 29.IX.1984, *J. S. Flores 10150* (CICY); Valle de Yohaltún, 16.II.2010, *C. Gutiérrez 10086* (UCAM); Champotón, 20 km al SW, camino Champotón - Ciudad del Carmen, 9.II.1983, *E. Martínez et al. 3072* (CICY); poblado Vicente Guerrero, 9.II.2000, *D. Méndez y E. Ramírez 152* (UCAM); terreno rústico, margen derecho, a 1 km del poblado Seybaplaya, carretera Seybaplaya - Campeche, 10.V.1996, *J. Palmillas 475* (MEXU). Municipio Escárcega, desviación carretera Escárcega a Villahermosa rumbo a Pital, 29.I.1986, *C. Chan 6095* (CICY); campo experimental El Tormento, 10. VII.1965, *A. May 823* (ENCB). Municipio Hecelchakán, camino entre Isla Jaina y Pomuch, 18.I.1985, *C. Chan 4441* (CICY); carretera Zotzil - Isla Jaina, 14.III.1992, *J. J. Ortíz 1895* (UADY); Petenes de Pomuch, 24.I.1985, *E. Ucan & M. C. Herrera 3676* (CICY). Municipio Hopelchén, a 2.53 km al SE del poblado Chanchén camino a

Chen, 30.III.2004, *D. Álvarez 8555* (MEXU); a 2.34 km al E del poblado Chun hek (laguna), 31.III.2004, *D. Álvarez 8579* (MEXU); a 3.36 km al E de Xcan ha, 2.IV.2004, *D. Álvarez y A. Ramírez 8711* (MEXU); a 2.2 km al ENE de Chun-Ek, 26.VIII.2005, *D. Álvarez et al. 11627 bis* (MEXU); Jardín botánico de Zoh-Laguna, sobre el camino a Dzibalchén, 26.III.1996, *P. Álvaro 207* (CICY); a 5 km al N de Zoh-Laguna, camino a Dzibalchen, 1.IV.1996, *P. Álvaro y E. Martínez 297* (MEXU); 6.5 km al E del poblado de Xmaben rumbo al rancho Xnoh ha, 5.IV.2004, *G. G. Cabrera 243* (UCAM); Aguada Xcahi, 11.III.2005, *G. G. Cabrera 459* (UCAM); a 6 km del ejido Xmabén, en dirección al sur, Sabana Xpujil, 20.IX.2009, *R. Serrano 171* (UADY); Xpujil rumbo a Zoh-Laguna, 29.I.1985, *E. Ucan 3683* (CICY). Municipio Palizada, carretera Escárcega a Villahermosa, km 30 de la desviación rumbo a Palizada, 25.II.1985, *C. Chan 4683* (ECOSUR); camino entre palizada a Jonuta, 26.II.1985, *C. Chan 4723* (ECOSUR); Rancho Ixtoc, carretera a Palizada, 30.I.1985, *J. S. Flores 10430* (CICY); Río Palizada, 7.I.1989, *D. Ocaña y C. Coronado 307* (MEXU). Municipio Tenabo, Tenabo, 27.II.1999, *J. García 82* (UADY); 13 km entre Tenabo y Bakú, 28.I.1998, *C. Gutiérrez 5639* (UCAM); Xolbicán, 16.III.1999, *C. Gutiérrez y J. Balam 6397* (UCAM); entrada del camino que va a Chenvega, 14.III.1998, *P. Zamora y D. Méndez 6174* (UCAM). Quintana Roo, municipio Benito Juárez, carretera Cancún - Valladolid, 3 km antes de llegar al ejido Vicente Guerrero, 3.III.1985, *J. S. Flores 10505* (CICY); 1.5 km de la desviación a Central Vallarta, 11.IV.1985, *L. Pérez 16* (ECOSUR); Puerto Morelos, 5.IV.1984, *H. Uitzil et al. 22* (MEXU). Municipio Felipe Carrillo Puerto, en la orilla de Noj Laguna a 6.5 km al noroeste del poblado del Señor, ejido X-Maben, 23. II.2004, *S. Dalle 359* (UADY); 2 km al W de Vigía Chico, 3.I.1984, *R. Durán e I. Olmsted 703* (CICY). Municipio Lázaro Cárdenas, El Eden Reserve, c. 30 mi. NW of Cancun Field Station La Sabana near center of Reserve, 27.III.1996, *B. Pitzer y E. Misquez 2528* (UADY). Municipio Othón P. Blanco, Ucum, 25 km al W de Chetumal, 19.III.1983, *E. Cabrera et al. 4497* (CICY); 8 km al W de la carretera Carrillo Puerto - Chetumal, desviación a Villahermosa, 6.VI.1985, *E. Estrada 245* (CICY); laguna San Antonio, 6 km, camino Bacalar - Pedro Santos, 23.X.1976, *A. Novelo 292* (XAL). Municipio Solidaridad, en el Tintal, parque arqueológico natural, 21.VIII.1976, *R. M. López et al. 970* (CICY). Yucatán, municipio Celestún, 3 km al sur del desvío hacia Chunchumil desde la carretera Mérida - Celestún, 22.I.1998, *G. Carnevali et al. 4902* (ECOSUR); 15 km E of Celestún, 7.I.1983, *S. Darwin 2444* (CICY); 6 km al E de Celestún, 9.III.1995, *R. Durán 2507* (CICY). Municipio Chemax, Punta Laguna, 12.5 km al N de Cobá, 1.I.2004, *R. Duno et al. 1903* (CICY). Municipio Halachó, carretera Halachó - Sihó, 4 km desde Halachó, 2.II.2001, *G. Carnevali et al. 6329* (CICY). Municipio Hunucmá, Hunucmá, 11 km, NW, Sisal, 28.I.2006, *R. Durán et al. 3885* (XAL); Hunucmá, 12 km NW, Sisal, 28.I.2006, *R. Durán et al. 3893* (XAL); Sisal, 9 km al S, 8.II.1984, *V. Franco 80* (CICY); 9 km al NW de Hunucmá, 12.III.1992, *M. Mendéz y P. Simá 983* (UCAM); Reserva El Palmar, 29.III.2007, *M. I. Peraza y R. González s.n.* (UADY); 12 km al SE de Sisal, 7.II.2000, *E. Reyes 822* (MEXU); 17 km al NW de Hunucmá, 28.I.1987, *L. F. Santos 73* (MEXU). Municipio Kinchil, 2 km camino a Chunchucmil, carretera Kinchil a Celestún, 6.V.1993, *R. Durán 1695* (CICY); 1 km al E de la desviación a Chunchucmil, carretera Celestún - Kinchil, 30. III.1996, *P. Simá y R. Durán 2061* (CICY). Municipio Maxcanú, Chunchucmil, 18.III.1987, *D. Cabrera et al. 3* (CICY); Chunchucmil, rancho San Simón, 16.I.1986, *E. Ucan y S. Avendaño 4917* (CICY). Municipio Mérida, carretera Mérida - Sierra Papacal - Chuburná Puerto, 10 km pasando Sierra Papaca, 10 km antes de Chuburná Puerto, 4.VI.2008, *V. Canché et al. 13* (XAL). Municipio Oxkutzcab, San Anselmo, 9.IX.1999, *G. F. Gaumer 1903* (CICY). Municipio Panabá, Panabá, camino a San Felipe, 14. III.1985, *C. Chan 4867* (CICY). Municipio Progreso, 4 km antes de llegar a Progreso, 7.III.1983, *J. S. Flores 9712* (CICY); carretera a Chuburná, 2.II.1984, *J. S. Flores 10112* (CICY); Progreso, 4 km S, 28.XI.1984, *A. Gentry y E. Zardini 48887* (XAL); carretera Chicxulub Puerto a Chicxulub Pueblo, 3.II.1983, *M. Narváez 951* (CICY); entre Progreso y Chicxulub, a un costado del cenote

"Chen", 3.II.1983, *A. Puch 1120* (CICY). Municipio San Felipe, 4 km al E del entronque de San Felipe, rumbo a Río Lagartos, 2.II.1993, *R. Durán et al. 1523* (CICY); 7.2 km al W de Río Lagartos hacia San Felipe, 2.IV.1986, *E. Estrada et al. 398* (CICY); km 92 carretera a Río Lagartos, 3.III.1985, *J. S. Flores 10477* (CICY); km 2 de la carretera a San Felipe, 21.I.1983, *J. Leal e I. Espejel 136* (CICY); km 4 del crucero rumbo a San Felipe, 1.IV.1981, *E. Ucan 795* (CICY). Municipio Río Lagartos, 2 km al NE del crucero San Felipe - Las Coloradas sobre el camino a Río Lagartos, 20.XII.1985, *E. Cabrera y H. de Cabrera 10077* (CICY); 2 km antes de llegar a Río Lagartos, 24.III.1984, *J. S. Flores 10126* (CICY). Municipio Tekax, San Juan Tekax camino a Iturbide, 17.XI.1992, *P. Simá et al. 1550* (CICY); carretera Ayin, 10.VII.2008, *F. Zapata y N. Ugalde s.n.* (UADY). Municipio Tizimín, colonia Yucatán, 10 km al N, 24.I.1993, *M. Méndez y R. Durán 746* (CICY); a 8 km al E del crucero de Río Lagartos, 13.I.2007, *W. Torres et al.92* (CICY). Municipio Tzucacab, Hobonil, 5.II.1996, *V. M. Navarro 84* (UADY). Municipio Valladolid, Xuilub, 15.VIII.1988, *E. Rojas 12* (CICY).